

Deteksi Kualitas Telur Menggunakan Analisis Tekstur

Enny Itje Sela^{*1}, M Ihsan²

¹Teknik Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

²Teknik Informatika, STMIK AKAKOM, Yogyakarta, Indonesia

e-mail: ^{*1}ennysula@uty.ac.id, ²m.ihsan1209@gmail.com

Abstrak

Saat ini, deteksi kualitas telur dapat dilakukan berdasarkan pengamatan visual pada bagian kulit telur maupun bagian dalam telur. Cara ini memerlukan kemampuan visual yang baik pada pengamatnya. Mengingat telur dengan kualitas baik dan buruk mempunyai warna dan bentuk yang hampir mirip, maka jika menggunakan cara di atas, hasil deteksi relatif kurang valid. Penelitian ini mengkaji pemanfaatan pengolahan citra digital untuk deteksi kualitas telur menggunakan citra kulit telur.

Langkah-langkah untuk melakukan deteksi telur pada penelitian ini adalah preprocessing telur, pengambilan citra telur, seleksi RoI, ubah citra RoI dari citra berwarna menjadi citra grayscale, analisis fitur tekstur, pelatihan, dan pengujian. Beberapa fitur yang diekstrak adalah rerata intensitas, deviasi standar, skewness, energi, entropi, dan properti kehalusan atau smoothness. Fitur yang diperoleh selanjutnya digunakan pada pelatihan. Tahap pelatihan dan validasi menggunakan algoritme K-Means. Hasil pelatihan mendapatkan nilai cluster terbaik yang digunakan untuk melakukan validasi dan pengujian.

Hasil dari aplikasi ini mampu membantu pengguna untuk menentukan kualitas telur baik dan kualitas telur tidak baik. Nilai akurasi yang diperoleh saat pelatihan, validasi, dan pengujian berturut-turut adalah 70%, 92%, dan 85%.

Kata kunci— analisis tekstur, energi, entropi, standar deviasi, K-Means, telur, skewness, smoothness

Abstract

Currently, egg quality detection can be performed based on visual observations on the eggshell as well as the inside of the egg. This method requires a good visual ability on the observer. Given eggs with good and bad quality have similar colors and shapes, so if using the above method, the detection results are relatively less valid. This study examines the utilization of digital image processing for the detection of egg quality using eggshell image.

The steps to perform egg detection in this study are egg preprocessing, egg image retrieval, RoI selection, change RoI image from color image to grayscale image, texture feature analysis, training, and testing. Some of the features that are exempted are the average intensity, standard deviation, skewness, energy, entropy, and smoothness properties. The subsequent features are used in the training. The training and validation stage uses the K-Means algorithm. The training results get the best cluster value used to perform validation and testing phases.

The results of this application is able to help the user to determine the quality of good eggs and egg quality is not good. Accuracy rates obtained during training, validation, and testing are 70%, 92%, and 85%, respectively.

Keywords— egg, energy, entrophy, K-Means, skewness, smoothness, standard deviation, texture analysis

1. PENDAHULUAN

Telur merupakan produk peternakan yang dapat membantu kecukupan gizi masyarakat. Pada sebutir telur mengandung zat-zat gizi yang mudah dicerna. Oleh karena itu, telur merupakan bahan pangan yang sangat baik bagi anak-anak. Selain itu, sebuah telur juga mengandung banyak protein dan mineral sehingga orang yang sedang sakit dianjurkan mengkonsumsi telur, untuk mempercepat proses kesembuhannya [1]. Secara umum, telur ayam merupakan telur yang paling sering dikonsumsi oleh masyarakat karena mudah didapatkan di pasaran dan harganya yang relatif terjangkau. Kebutuhan masyarakat terhadap telur ini semakin meningkat karena banyaknya permintaan pasar. Pada saat membeli telur, konsumen harus teliti dalam memilih telur karena kemungkinan telur yang dijual telah rusak atau mengalami penurunan kualitas. Hal ini disebabkan karena faktor waktu penyimpanan atau proses pengangkutan telur dari peternak ke toko. Oleh karena itu, proses untuk mendeteksi kualitas telur menjadi penting

Saat ini, cara yang digunakan untuk mengetahui kualitas dan kesegaran telur adalah melakukan pengamatan visual objek telur tersebut. Proses pengamatan dilakukan dengan menyinari telur ditempat gelap, kemudian menerawang isi telur tersebut menggunakan sinar matahari atau senter [2]. Cara lain yang bisa dilakukan adalah dengan melihat telur dari tampak luarnya berupa keadaan kulit, bentuk, ukuran, serta beratnya. Proses yang sama juga dilakukan oleh peternak dan penjual untuk menyeleksi kualitas telur ayam. Cara-cara tersebut memerlukan kecermatan yang baik sehingga hasil yang diperoleh untuk setiap pengamat pada sebuah objek telur, bisa berbeda.

Penggunaan citra sebagai media untuk deteksi maupun identifikasi objek telah banyak digunakan oleh beberapa peneliti. Pada penelitian [3, 4, 5] memanfaatkan citra gigi untuk pemeriksaan osteoporosis. Penelitian [6] melakukan penelitian tingkat kematangan buah papaya menggunakan fitur warna merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*) pada kulit buah. Adapun penelitian-penelitian yang memanfaatkan citra objek telur adalah [7, 8, 9]. Penelitian [7] melakukan penelitian telur ayam ras petelur menggunakan fitur statistik orde satu dan orde dua. Metode deteksinya menggunakan *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Pada [8] mendeteksi kualitas telur ayam dengan metode *action research template matching*. Penelitian [9] mengembangkan sistem yang tidak hanya mampu mengklasifikasikan dua jenis telur yang berbeda, tetapi dapat mengklasifikasikan beberapa jenis telur yang hampir sama seperti telur ayam dan bebek, serta dapat menghitung jumlah dan memprediksi bobot atau berat telur-telur tersebut. Perbedaan tingkat akurasi dan hasil penelitian ini dapat disebabkan karena banyak hal, mulai dari proses *capturing* atau pengambilan gambar, perbedaan fitur yang digunakan untuk proses pengujian, jumlah data latih dan data uji yang digunakan serta tujuan dilakukannya penelitian tersebut.

Penelitian ini menyajikan cara untuk mendeteksi kualitas telur ayam berdasarkan citra kulit telur. Metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah analisis tekstur, sedangkan proses deteksi kualitas telur, menggunakan metode *K-Means*. Algoritma *K-Means* memiliki kelebihan diantaranya adalah mudah diimplementasikan dan waktu pembelajaran yang cepat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan/Data dan Peralatan

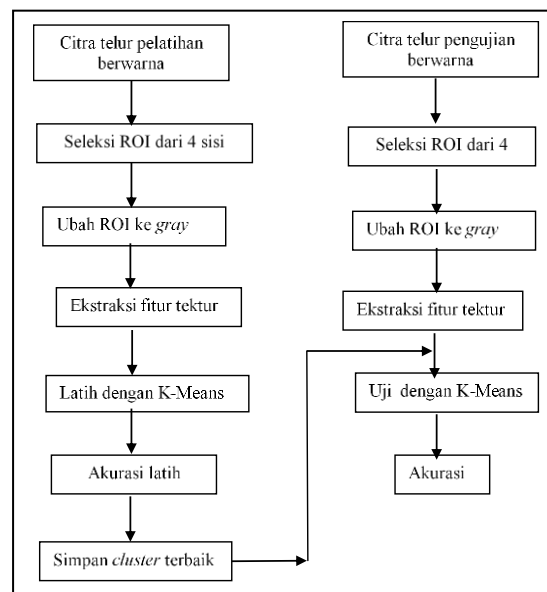
Bahan-bahan yang diperlukan untuk penelitian ini adalah 70 buah telur ayam petelur. Dari 70 data tersebut dibagi menjadi 50 data untuk pelatihan dan validasi (29 data telur berkualitas baik dan 21 telur berkualitas buruk) dan 20 data untuk pengujian (10 data telur dengan kualitas baik dan 10 data telur dengan kualitas buruk). Bagian telur yang diambil sebagai *region of interest* (RoI) adalah kulit telur.

Instrumen atau alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera digital Fujifilm S2980, yang digunakan untuk mengambil citra objek berupa telur ayam. Citra yang diperoleh selanjutnya akan dideteksi untuk mengetahui apakah telur tersebut termasuk dalam

kelompok dengan kualitas baik atau kelompok dengan kualitas buruk. Adapun kriteria kualitas telur ayam yang baik adalah sebagai berikut [1,2] : bentuk telur normal, kulit telur bersih, kulit telur rata, isi dalam telur tidak berbunyi jika digoncang, dan telur tidak cacat atau retak.

2.2 Rancangan Sistem dan Algoritma

Secara umum, proses deteksi citra telur terbagi dalam tahap pelatihan, validasi, dan pengujian. Tahap pelatihan merupakan tahap untuk mencari model terbaik yang diperoleh berdasarkan data pelatihan citra. Validasi digunakan untuk mengetahui akurasi model yang dihasilkan pada tahap pelatihan. Tahap pengujian digunakan untuk mengetahui akurasi model pada data uji citra. Gambaran sistem deteksi telur dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1 Model deteksi kualitas telur

Masukan model sistem adalah citra telur dalam format berwarna (*full colour*). Citra telur ini bisa diperoleh setelah telur melalui tahap pemrosesan awal (*pre-processing*). Proses ini dilakukan dengan cara membersihkan telur dari kotoran yang menempel pada kulit telur. Kotoran yang menempel dapat menyebabkan *noise* yang signifikan saat pengambilan citra. Proses pengambilan citra telur dilakukan pada empat sisi telur yang berbeda sehingga satu telur akan diwakili dengan 4 citra sehingga banyaknya citra telur berwarna yang diperoleh pada tahap ini adalah 280 citra.

Untuk mendapatkan citra yang baik, pengambilan citra dilakukan berulang-ulang sampai didapatkan citra dengan *noise minimum*. Adapun prosedur pengambilan citra telur berwarna adalah sebagai berikut:

- 1) Pengambilan citra dilakukan pada pagi hari antara pukul 09.00 sampai dengan 10.00.
- 2) *Setting* kamera dilakukan seragam: *diafragma* 6.4 *iso* otomatis dan *speed* otomatis
- 3) Kamera diletakkan tegak lurus terhadap objek telur dengan jarak 1 m agar didapatkan gambar keseluruhan telur
- 4) *Background* untuk objek telur berwarna putih agar objek telur terlihat jelas (**Gambar 2**)

Setelah memperoleh citra telur berwarna, langkah selanjutnya adalah melakukan akuisisi citra. Proses ini berguna untuk mendapatkan citra telur terbaik. Adapun kriteria untuk mendapatkan



citra yang baik adalah gambar terlihat jelas (tidak kabur, gelap, atau kombinasi keduanya) dan tidak ada pantulan cahaya pada citra.



Gambar 2 *Background* untuk objek telur

Gangguan atau *noise* yang muncul saat pengambilan citra telur berwarna bisa disebabkan karena masalah peralatan, lingkungan, maupun *human error*. Tabel 1 menunjukkan contoh *noise* yang ditemukan pada proses akuisisi citra.

Tabel 1 *Noise* yang timbul saat pengambilan citra telur

Citra Telur	Keterangan
	Muncul <i>noise</i> berupa titik putih pada bagian tengah telur karena ada pantulan cahaya ketika telur difoto.
	<i>Noise</i> pada bagian tepi telur yang difoto tidak fokus (<i>blur</i>) atau tampak gelap (<i>vignette</i>) karena titik fokus kamera hanya menjangkau bagian tengah dari telur

Setelah melakukan akuisisi citra, proses selanjutnya adalah seleksi atau pengambilan RoI. Pada penelitian ini, ada 3 ukuran RoI yaitu 512 x 512 piksel, 342 x 342 piksel, dan 171 x 171 piksel. RoI diperoleh dengan melakukan proses *cropping* atau pemotongan citra dengan menggunakan Adobe Photoshop Lightroom. *Cropping* dilakukan dengan memperhatikan bagian dari telur tersebut yang kiranya mewakili kondisi sebenarnya dari telur yang diambil citranya, dengan *noise* yang paling minimum. Contoh gambar hasil *cropping* telur dengan kualitas baik dan buruk ditunjukkan pada Tabel 2. Dari proses *cropping* didapatkan 280 data citra RoI. Citra-citra ini disimpan dalam format jpg.

Tabel 2 Contoh gambar telur dengan kualitas baik dan buruk

Nama Klaster	Gambar Sisi depan	Gambar Sisi samping Kiri	Gambar Sisi Belakang	Gambar Sisi Samping Kanan
Baik				
Buruk				

Setelah RoI diperoleh, tahap berikutnya adalah mengubah format citra RoI. Pengubahan atau transformasi format ini diperlukan karena RoI mempunyai format berwarna *full colour* sedangkan untuk melakukan analisis tekstur, format citra harus citra abu-abu (*grayscale*). Hasil pengubahan format citra ini selanjutnya juga disimpan dalam file RoI *grayscale*. File-file tersebut selanjutnya digunakan untuk analisis tekstur.

2.3 Analisis Tekstur

Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (*roughness*), granularitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktural piksel. Analisis tekstur telah digunakan pada penelitian [10] untuk pengenalan spesies gulma dan [11] untuk mengenali motif kain tenun. Aspek tekstural dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra. Tekstur dapat didefinisikan sebagai fungsi dari variasi spasial intensitas piksel (nilai keabuan) dalam citra. Metode sederhana untuk mendapatkan tekstur adalah dengan mendasarkan pada histogram. Terdapat beberapa fitur-fitur yang dapat dikenal secara statistik melalui histogram. Fitur pertama yang dihitung secara statistik adalah rerata intensitas kecerahan. Komponen fitur ini ditunjukkan pada persamaan (1)

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p(i) \quad (1)$$

Dalam hal ini, i adalah aras keabuan pada citra f dan $p(i)$ menyatakan probabilitas kemunculan menyatakan nilai aras keabuan tertinggi. Persamaan (1) akan menghasilkan rerata intensitas kecerahan.

Fitur kedua berupa deviasi standar. Formula perhitungannya ditunjukkan pada persamaan (2)

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i)} \quad (2)$$

Dalam hal ini, **Error! Reference source not found.** dinamakan varians atau momen orde dua ternormalisasi karena $p(i)$ merupakan fungsi peluang. Fitur ini memberikan ukuran kontras. Variabel i adalah aras keabuan pada citra dan variabel m adalah rerata intensitas.

Fitur *skewness* merupakan ukuran ketidaksimetrisan terhadap rerata intensitas. Formula perhitungannya ditunjukkan pada persamaan (3)

$$\text{skewness} = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^3 p(i) \quad (3)$$

Skewness sering disebut momen orde tiga ternormalisasi. Nilai negatif menyatakan bahwa distribusi kecerahan condong ke kiri terhadap rerata dan nilai positif menyatakan bahwa distribusi kecerahan condong ke kanan terhadap rerata.

Deskriptor energi adalah ukuran untuk menyatakan distribusi intensitas piksel terhadap jangkauan aras keabuan yang ditunjukkan pada persamaan (4)

$$\text{energi} = \sum_{i=0}^{L-1} [p(i)]^2 \quad (4)$$

Citra seragam dengan satu nilai aras keabuan akan memiliki nilai energi maksimum, yaitu sebesar 1 (satu). Secara umum, citra dengan sedikit aras keabuan akan memiliki energi lebih tinggi daripada yang memiliki banyak nilai aras keabuan. Energi ini sering disebut dengan keseragaman.

Entropi mengindikasikan kompleksitas citra. Adapun rumus entropi ditunjukkan pada persamaan (5).

$$\text{entropi} = - \sum_{i=0}^{L-1} p(i) \log_2 (p(i)) \quad (5)$$

Semakin tinggi nilai entropi, semakin kompleks citra tersebut. Entropi merepresentasikan jumlah informasi yang terkandung di dalam sebaran data.

Properti *smoothness*/kehalusan biasa disertakan untuk mengukur tingkat kehalusan/kekasaran intensitas pada citra, dan formula ditunjukkan pada persamaan (6).

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \sigma^2} \quad (6)$$

Pada rumus di atas **Error! Reference source not found.** adalah deviasi standar. Nilai R rendah menunjukkan bahwa citra memiliki intensitas kasar.

Proses analisis tekstur dilakukan pada file RoI yang berformat *grayscale*. Hasil analisis tekstur berupa matriks fitur pelatihan berukuran 50 x 24 dan matriks fitur pengujian berukuran 20 x 24. File fitur ini disimpan dalam tipe txt, yang selanjutnya digunakan pada pelatihan, validasi, dan pengujian.

2.4 Deteksi telur

Proses deteksi dilakukan melalui pelatihan dan pengujian dengan metode *K-Means* dengan memanfaatkan fitur hasil analisis tekstur. Adapun algoritma pelatihan data secara lengkap adalah sebagai berikut.

1. Mulai
2. Input file RoI_latih
3. Ekstraksi fitur_latih
 - a. Input citra hasil ROI_latih
 - b. Ubah citra menjadi citra berskala keabuan
 - c. Hitung rerata intensitas dengan persamaan (1)
 - d. Hitung deviasi standar dengan persamaan (2)
 - e. Hitung skewness dengan persamaan (3)
 - f. Hitung energi dengan persamaan (4)

- g. Hitung entropi dengan persamaan (5)
- h. Hitung kehalusan/smoothness dengan persamaan (6)
- i. Simpan fitur_latih
4. Tetapkan jumlah cluster dan nilai *threshold*
5. Kelompokkan fitur_latih ke dalam cluster secara acak
6. Hitung pusat cluster (centroid/rata-rata) dari data yang ada dalam masing-masing cluster
7. Kelompokkan masing-masing fitur_latih ke centroid/rata-rata terdekat
8. Apabila nilai mse=0 dan apabila perubahan nilai *centroid* ada yang di atas nilai *threshold*, kembali ke langkah 5
9. Simpan centroid terbaik
10. Selesai

Sedangkan algoritma validasi dan pengujian data adalah sebagai berikut:

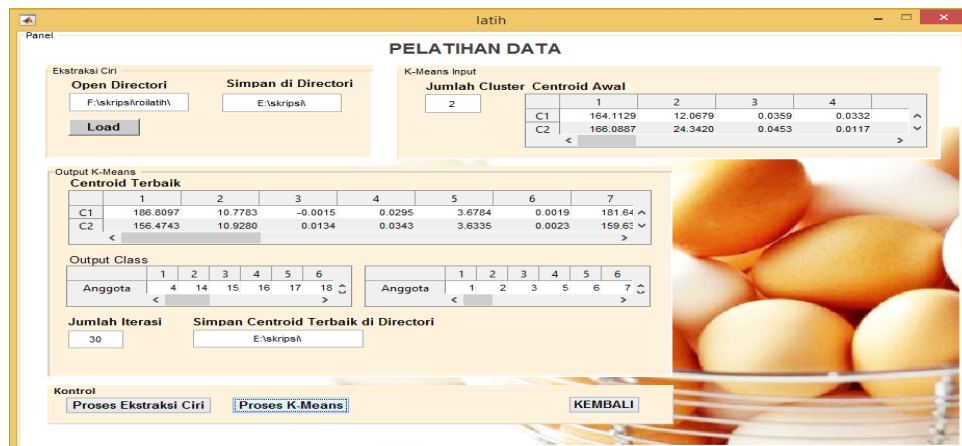
1. Mulai
2. Input citra RoI
3. Lakukan ekstraksi ciri tekstur data uji
 - a. Input citra hasil ROI_latih
 - b. Ubah citra menjadi citra berskala keabuan
 - c. Hitung rerata intensitas dengan persamaan (1)
 - d. Hitung deviasi standar dengan persamaan (2)
 - e. Hitung skewness dengan persamaan (3)
 - f. Hitung energi dengan persamaan (4)
 - g. Hitung entropi dengan persamaan (5)
 - h. Hitung kehalusan/smoothness dengan persamaan (6)
 - i. Simpan ciri_uji
4. Panggil centroid terbaik hasil pelatihan data latih
5. Hitung jarak ciri_uji ke centroid terbaik
6. Bandingkan jarak d1 (centroid 1) dengan d2 (centroid 2)
7. Jika jarak $d1 < d2$ maka data masuk ke cluster 1 yaitu baik, jika $d1 > d2$ maka data masuk ke cluster 2 yaitu buruk
8. Tampilkan hasil
9. Selesai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Berikut disajikan hasil implementasi perangkat lunak sistem deteksi telur yang telah dikembangkan. Proses dan hasil menu pelatihan sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 3, dengan menampilkan inisialisasi *cluster* awal dan nilai *cluster* terbaik hasil pelatihan. Selain itu, sistem juga memberikan informasi mengenai *error ratio* yang dapat digunakan untuk menentukan nilai akurasi. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan beberapa nilai parameter yang berbeda. Hal ini dimaksudkan untuk mencari nilai akurasi terbaik dengan jumlah iterasi minimal. Parameter pertama adalah ukuran citra. Pada parameter ini ukuran citra yang diuji adalah 512 x 512 piksel, 342 x 342 piksel, dan 171 x 171 piksel. Parameter kedua adalah *threshold* dengan nilai yang diuji adalah 0,0001; 0,001; 0,01 dan 0,1.

Tabel 3 menunjukkan hasil pelatihan dengan menggunakan parameter-parameter tersebut. Persentase akurasi tertinggi dicapai pada nilai sebesar 70%, yaitu pada pelatihan ke 1, 5, 6, 7, dan 8. Adapun minimal jumlah iterasi pelatihan yang bisa memperoleh nilai akurasi 70% adalah 20 (pada pelatihan ke-5). Dengan demikian, model terbaik hasil pelatihan dicapai pada parameter ukuran RoI berukuran 342 x 342 pixel dan nilai *threshold* sebesar 0,0001. Adapun cara menentukan tingkat akurasi sebesar 70% dihitung menggunakan tabel *error ratio* (Tabel 4).



Gambar 3 Pelatihan

Tabel 3 Hasil pelatihan

No	Ukuran Citra	Nilai <i>Treshold</i>	Jumlah Iterasi	Akurasi Pelatihan
1	512 x 512 pixel	0,0001	29	70%
2		0,001	21	68%
3		0,01	21	68%
4		0,1	29	68%
5	342 x 342 pixel	0,0001	20	70%
6		0,001	30	70%
7		0,01	30	70%
8		0,1	30	70%
9	171 x 171 pixel	0,0001	25	64%
10		0,001	25	64%
11		0,01	25	64%
12		0,1	25	64%

Tabel 4. *Error ratio* pelatihan

Kualitas telur	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	Hasil Terbaik
Baik	17 valid	3 valid	17
Buruk	12 valid	18 valid	18

Berdasarkan hasil pada Tabel 4, *cluster 1* lebih mengindikasikan sebagai kelompok telur dengan kualitas baik, sedangkan *cluster 2* lebih mengindikasikan pada kelompok telur dengan kualitas buruk. Total data yang dapat dinyatakan valid oleh sistem sebanyak 35 data dari 50 data. Dengan demikian, nilai akurasi pelatihan yang dihasilkan adalah 70%. Selain menghitung akurasi, pada pelatihan juga menyimpan masing-masing nilai akhir *cluster*, yang selanjutnya digunakan sebagai validasi dan pengujian data baru.

Centroid Terbaik C1 (Cluster 1)

186.8097	10.7783	-0.0015	0.0295	3.6784	0.0019	181.6445	10.6316
0.0013	0.0290	3.6839	0.0018	175.4321	14.5525	0.0107	0.0234
3.9560	0.0035	181.5779	14.1307	0.0044	0.0228	3.9459	0.0033

Centroid Terbaik C2 (Cluster 2)

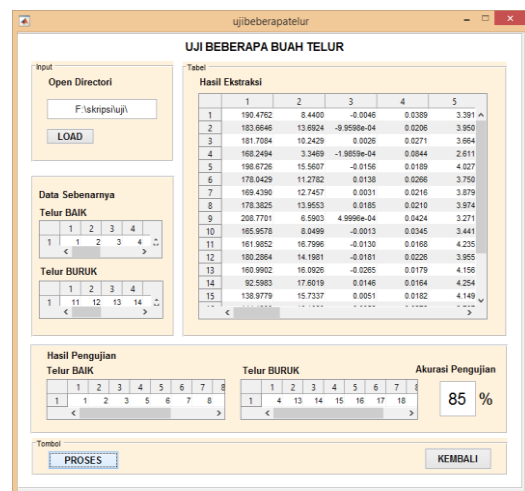
156.4743	10.9280	0.0134	0.0343	3.6335	0.0023	159.6332	10.6475
-0.0110	0.0358	3.5894	0.0024	157.3802	15.3661	-0.0197	0.0246
3.9466	0.0047	159.1121	12.9247	0.0046	0.0291	3.8001	0.0032

Pada proses validasi, data yang digunakan sama dengan data pelatihan dan persentase nilai akurasi yang diperoleh adalah 92% .

Pada pengujian data baru mempunyai mekanisme yang sama dengan proses validasi. Sistem ini bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu uji untuk sebuah telur saja (Gambar 4) atau diuji untuk beberapa telur sekaligus (Gambar 5). Hasil pengujian terbaik pada 20 data diperoleh nilai akurasi sebesar 85%



Gambar 4 Uji pada sebuah telur



Gambar 5 Uji pada beberapa telur

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, menggunakan objek telur memiliki rata-rata akurasi yang cukup bagus. Pada penelitian [7] yang memiliki objek telur ayam ras dengan menggunakan metode K-NN mempunyai tingkat akurasi 88,89 %, masih lebih baik daripada penelitian yang diusulkan dengan tingkat akurasi sebesar 85%. Pada penelitian [8] yang menggunakan objek telur ayam lehor dengan 8 *sampling* dan 3 *template* mampu menghasilkan akurasi sebesar 62,5%, hal ini dikarenakan pada proses pengujian masih menggunakan tools dan *template* yang digunakan relatif sedikit. Pada penelitian [9] dengan objek telur ayam dan telur burung puyuh dengan metode klasifikasinya menggunakan *Connected Component Analysis* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100%.

Penelitian ini memiliki kelemahan antara lain masih terdapat banyak *noise* dalam akuisisi citra sehingga berpengaruh dalam proses pelatihan, keterbatasan banyaknya data sampel, dan hasil akurasi pada klaster masih belum lebih baik disbanding penelitian sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian aplikasi dengan beberapa parameter diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Model terbaik dihasilkan pada ukuran RoI citra 342 x 342 piksel dan nilai *threshold* 0,0001.
- 2) Nilai akurasi yang diperoleh tahap pelatihan, validasi, dan pengujian adalah 70%, 85%, dan 92%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Yuwanta, *Telur dan Kualitas Telur*, 2010, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] Soeparno, *Dasar Teknologi Hasil Ternak*, 2011, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [3] EI. Sela dan R. Widyaningrum, R., 2015, "Osteoporosis Detection Using Important Shape-Based Features Of The Porous Trabecular Bone On The Dental X-Ray Images", Interl. Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Vol 1 No 6. <http://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=6&Issue=9&Code=IJACSA&SerialNo=33> [accessed: 10-june-2017]
- [4] EI. Sela, S. Hartati, A. Harjoko, R. Wardoyo, M. Mudjosemedi, "Features Selection Of The Combination Of Porous Trabecular With Anthropometric Features For Osteoporosis Screening", Interl. Journal Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 5 No 1, 2015. Available: <http://iaesjournal.com/online/index.php/IJECE/article/view/6922>. [Accessed: 10-june-2017]
- [5] EI. Sela, S. Hartati, A. Harjoko, R. Wardoyo, M. Mudjosemedi., "Segmentation On Periapical Dental X-Ray For Osteoporosis Screening", International Journal of Advanced Computer Sciences and Applications (IJACSA), Vol 4 No 7, 2013. Available: <http://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=4&Issue=7&Code=IJACSA&SerialNo=20> . [Accessed: 10-june-2017]
- [6] H. Prahara, EI. Sela, "Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization", Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi (SRITI) 2016, STMIK AKAKOM Yogyakarta. Available: http://sriti.akakom.ac.id/prosiding/TINGKAT_KEMATANGAN_BUAH_PEPAYA_DENGAN_JARINGAN_SYARAF_LVQ.pdf . [Accessed: 10-june-2017]
- [7] Trisnaningtyas, P.R., Maimunah, "Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Kebersihan Kerabang Telur Menggunakan K-Nearest Neighbor", 2015, Universitas Islam "45", Bekasi. Available: <http://knif2015.stei.itb.ac.id/wp-content/uploads/2015/11/KNIF-2015-70-Klasifikasi-Mutu-Telur-Berdasarkan-Kebersihan-Kerabang-Telur-Menggunakan-K-Nearest-Neighbor.pdf>. [Accessed: 10-june-2017]
- [8] A. Sugiharto, "Pemodelan Deteksi Kualitas Telur Berbasis Citra", 2016, Skripsi STMIK AMIKOM, Yogyakarta. Available: ejournal.amikomputerwokerto.ac.id/index.php/telematika/article/view/411. [Accessed: 10-june-2017]
- [9] I. Ruslianto, "Klasifikasi Telur Ayam dan Telur Burung Puyuh Menggunakan Metode Connected Component Analysis", 2013, Skripsi, STMIK Pontianak, Kalimantan Barat. Available: <http://www.sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/ST/article/view/46>. [Accessed: 10-june-2017]
- [10] Herman and A. Harjoko, "Pengenalan Spesies Gulma Berdasarkan Bentuk dan Tekstur Daun Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan", IJCCS Vol. 9 No.2, 2015, ISSN: 1978-1520. Available: <https://journal.ugm.ac.id/ijccs/article/view/7549>. [Accessed: 10-june-2017]
- [11] NM. Setiohardjo, A. Harjoko, "Analisis Tekstur untuk Klasifikasi Motif Kain (Studi Kasus Kain Tenun Nusa Tenggara Timur)", IJCCS Vol 8 No 2, 2014, ISSN: 1978-1520. Available: <https://journal.ugm.ac.id/ijccs/article/view/6545>. [Accessed: 10-june-2017]